

## ⑫ 公開特許公報(A)

昭60-205128

⑬ Int. Cl.<sup>4</sup>

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 昭和60年(1985)10月16日

F 23 R 3/40  
3/16  
3/347137-3G  
7137-3G  
7137-3G

審査請求 未請求 発明の数 1 (全5頁)

⑮ 発明の名称 ガスタービン燃焼器

⑯ 特 願 昭59-59430

⑰ 出 願 昭59(1984)3月29日

⑱ 発 明 者 古 屋 富 明 川崎市幸区小向東芝町1 東京芝浦電気株式会社総合研究  
所内  
⑱ 発 明 者 山 中 矢 川崎市幸区小向東芝町1 東京芝浦電気株式会社総合研究  
所内  
⑱ 発 明 者 早 田 輝 信 川崎市幸区小向東芝町1 東京芝浦電気株式会社総合研究  
所内  
⑱ 発 明 者 肥 塚 淳 次 川崎市幸区小向東芝町1 東京芝浦電気株式会社総合研究  
所内  
⑲ 出 願 人 株 式 会 社 東 芝 川崎市幸区堀川町72番地  
⑲ 代 理 人 弁 理 士 則 近 憲 佑 外1名

## 明 細 書

## 1. 発明の名称

ガスタービン燃焼器

## 2. 特許請求の範囲

(1) 触媒燃焼方式を用いたガスタービン燃焼器において、燃焼と空気とを混合して混合物をなす第1の手段と、前記混合物を触媒に接触させて前記混合物の一部を燃焼する第2の手段と、第2の手段からの流出物に燃料を主体とした補燃料をさらに加えた後、触媒下流域において非触媒的な熱燃焼を行なわせる第3の手段とから成り、前記触媒後端と非触媒的な熱燃焼が起る部位との間に攪拌手段を設置したことを特徴とするガスタービン燃焼器。

(2) 第2の手段における触媒による燃焼が触媒反応のみによることを特徴とする特許請求の範囲第1項記載のガスタービン燃焼器。

(3) 前記攪拌手段が補燃料を加える手段を兼ねたことを特徴とする特許請求の範囲第1項記載のガスタービン燃焼器。

## 3. 発明の詳細な説明

(発明の技術分野)

本発明は、ガスタービン発電システムに使用するガスタービン燃焼器に関し、更に詳しくは、燃焼時における窒素酸化物(以下、NOxと称す)の発生量が少なく、且つ、良好な燃焼効率を有する触媒燃焼方式のガスタービン燃焼器に関する。

(発明の技術的背景とその問題点)

近年、石油資源等の枯渇に伴ない、種々の代替エネルギーが要求されているが、同時に、エネルギー資源の効率的使用も要求されている。これらの要求に答えるものの中には、例えば、燃料として天然ガスを使用するガスタービン・スチームタービン複合サイクル発電システム或いは石炭ガス化ガスタービン・スチームタービン複合サイクル発電システムがあり、現在検討されつつある。これらのガスタービン・スチームタービン複合サイクル発電システムは、化石燃料を使用した従来のスチームタービンによる発電システムに比較して、発電効率が高いため、将来、その生産量の

増加が予想される天然ガスや石炭ガス化ガス等の燃料を、有効に電力に変換できる発電システムとして期待されている。

ガスタービン発電システムに使用されているガスタービン燃焼器では、従来より、燃料と空気の混合物を、スパークプラグ等を用いて着火して均一系の燃焼を行なっている。このような燃焼器の一例を第1図の概念断面図に示す。第1図の燃焼器においては、燃料ノズル1から噴射された燃料が、燃焼用空気3と混合され、スパークプラグ2により着火されて燃焼するものである。そして、燃焼した気体すなわち燃焼ガスには、冷却空気4及び希釈空気5が加えられて、所定のタービン入口温度まで冷却・希釈された後、タービンノズル6からガスタービン内に噴射される。8はスクラップである。このような従来の燃焼器における重大な問題点の一つは、燃料の燃焼時に多量のNOxガスが生成して環境汚染等を引き起こすことである。

上記したNOxが生成する理由は、燃料の燃焼時

において、燃焼器内には部分的に1500℃を超える高温部が存在するという事にある。

このようなガスタービン燃焼器の問題点を解決するために、種々の燃焼方式が検討されている。

最近、固相触媒を用いた不均一系燃焼方式（以下、触媒燃焼方式と称す）が提案されている。

この触媒燃焼方式は、触媒を用いることによって、通常の燃焼器では燃焼しない希薄な燃料を燃焼させることができ、そのため、燃焼温度はNOxが生成する程の高温には至らずNOxもほとんど発生しない。

第2図は、触媒燃焼方式に用いる燃焼器の1例の概念断面図である。図中の数字はそれぞれ第1図と同じ要素を表わす。この燃焼器は触媒充填部7を備えることが構造上の特徴である。触媒充填部7には、通常、ハニカム構造の燃焼触媒が充填されていて、ここで燃料と空気の混合物が燃焼させられる。第2図で示した燃焼器では、燃料ノズル1より噴射された燃料と燃焼用空気3とを混合し、スパークプラグ2によって点火して予燃焼さ

せて予熱源とし、さらに1'より燃料を供給して触媒と反応をおこすのに必要な温度にまで昇温した混合物をなしている。

しかしながら、この触媒燃焼方式にも次のような欠点が存在する。すなわち、従来から考えられている触媒燃焼方式は、触媒充填部に充填された触媒において触媒反応と気相反応の双方によってほとんどあるいはすべての燃料が燃焼するため、触媒の温度が高くなり触媒の熱劣化が大きく寿命が短い。またガスタービン入口温度に求められる程度の高温にも、触媒の耐熱性の面から対応が困難である。そこで本発明者らは、触媒充填部に充填された触媒では触媒反応のみによって燃料の一部を燃焼するだけとし、触媒の下流に燃料を主体とした補燃料を更に追加し、そこにおいて気相燃焼（非触媒的な熱燃焼）をさせることによって燃焼時の触媒の温度が従来より低くすることが可能になり、よって長寿命な触媒燃焼方式を既に提案してきた。また、従来の触媒燃焼方式においても触媒の下流に補燃料を追加して、そこにおいてさ

らに燃焼させれば触媒の負荷がその分減少して寿命がのび、ガスタービン入口温度の高温化に有利なことは容易に推定される。このように触媒下流に補燃料を追加することは重要であるが、ここで新たな問題点が生じた。すなわち、補燃料を追加してさらに燃焼をおこさせると、そこでNOxが発生してNOxの総量が增加することである。これは追加された補燃料が十分に触媒からの流出物と混合する以前に燃焼してしまうため、局部的な高温部が生じてそこにおいてNOxが急激に生成増加するためである。さらには、追加する補燃料が必ずしも十分に燃焼しないで未燃のまま排出されてしまう場合も生じる。これは、補燃料追加後の空間の流体の流れが燃焼に適していないためである。

（発明の目的）

本発明は、触媒燃焼方式を用いたガスタービン燃焼器においてこのように補燃料を触媒の下流に追加して、非触媒的な熱燃焼を行なわせる場合に局部的な高温部が生じてNOxが生じることをおさえ、かつ燃焼を促進させて燃焼効率をより向上さ

せ九ガスタービン燃焼器を提供することを目的とする。

#### 〔発明の概要〕

本発明者らは、上記目的を達成すべく鋭意研究を重ねた結果、触媒後端と、触媒からの流出物が補燃料とともに非触媒的な熱燃焼を起す部位との間に前記流出物と前記補燃料とを攪拌して混合させ、また同時に非触媒的な熱燃焼を効率良く起させるために流れに旋回流を与えるために、攪拌手段を設けることによって本目的を達することが可能であるという結論に至った。

本発明の燃焼器の1つの構造例を第3図の概念断面図に示す。図中の数字で第2図と同じものは同じ要素を表わす。11が攪拌手段として用いたスワラーである。第3図の燃焼器において、燃焼用空気3と燃料ノズル9から供給される燃料とが混合されて混合物をなし、触媒充填部7を通過する。前記触媒充填部7に充填された触媒で前記混合物の一部、あるいはほとんどが燃焼して触媒充填部から流出して流出物をなした後に、補燃料ノ

ズル10から補燃料が前記流出物に追加される。追加された補燃料はスワラー11によって流出物と混合されるとともに、その流れに旋回流が与えられる。ついで、非触媒的な熱燃焼を起させるためにスパークプラグ2によって点火される。燃料や触媒の種類によっては、このような点火手段を用いなくても触媒からの流出物を熱源として、点火させることも可能である。第3図においては、触媒の上流側での予燃焼を行っていないが、これは低温でも触媒が作用する燃料及び触媒を用いた時を想定したもので、もし予燃焼が必要ならば第2図に示したような予燃焼の手段を設けることも可能である。

また、触媒下流域に追加する補燃料も、燃料を主体としていればよく、スチームあるいはその他のガスが混入していてもよい。

第4図にスワラーの1例を示した。このスワラーは流れに対し羽根を有した構造をしている。本発明においては、スワラー等の攪拌手段の形状を限定するものではなく、通常ガスタービン燃焼

器に用いられているものなら応用可能である。

本発明は第3図に限定するものではなく、例えば、第5図の概念断面図に示したようなガスタービン燃焼器も可能である。第5図において、燃料ノズル1からの燃料がスパークプラグ2により点火し予燃焼して、そこへさらに燃料ノズル9より燃料が供給されて触媒の作用する温度まで昇温した混合物となり、触媒充填部に供給される。触媒下流域へ追加される補燃料は攪拌手段として用いたスワラー11の内側から第6図の部分図に示したように、スワラーの羽根12の表面にけられた小孔13より噴出される。

#### 〔本発明の実施例〕

##### 実施例-1

第7図の模式図に、本発明の効果を実証するための内径100mmの模擬燃焼器を示す。燃焼器上流側から450℃に加熱した燃料(天然ガス)と空気の混合物<sup>4</sup>を触媒充填部7に供給した。触媒の下流<sup>2</sup>補燃料ノズル10から燃料(天然ガス)を追加し、攪拌手段として用いたスワラー11を通過

させて燃焼した。着火はスパークプラグ2を用いた。触媒充填部7の直前の流速は20m/secとした。補燃料ノズル10は内径5mmとし、ノズル先端も5mmの穴を有するものを用いた。触媒入口での混合気の断熱火炎温度を1050℃として、補燃料ノズル10からの燃料流量を変えて、最終的なタービンへ排出される燃焼ガスの断熱火炎温度を調整しながら実験を行なった。実験は、スワラー11を設置した場合としない場合の燃焼効率及びNOx濃度を測定して行なった。ガスのサンプリングは触媒の下流30cmとした。第8図の特性図に、その実験の結果を示した。図において、横軸は燃料追加後の断熱火炎温度である。曲線aは本発明の場合の燃焼効率、曲線bは従来例の燃焼効率、曲線cは本発明の場合のNOx濃度、曲線dは従来例のNOx濃度である。図において、従来例のNOxが断熱火炎温度の上昇とともに急激に上昇しているのは、追加された補燃料が十分に触媒からの流出物と混合されないうちに燃焼したため、局部的な高温が生じてNOxが増したものと考えられる。本

発明における $\text{NO}_x$ 濃度は、スワラー11のない従来の方式の燃焼器と比較して低く、また燃焼効率も向上している。燃焼効率の向上はスワラーによる旋回流の発生によるものと考えられる。

#### 実施例-2

実施例-1と同じ装置を用いて、第5・6図に示したようなスワラーと燃料ノズルを兼ねたものを実施例-1の補燃料ノズル10とスワラー11の代りに用いて、実施例-1と同様な実験を行った。その結果を第9図の特性図に示した。本実施例においても燃焼効率・ $\text{NO}_x$ 濃度とも実施例-1と同様、良好な結果が得られた。

#### 〔発明の効果〕

以上の説明でも明らかなように、本発明に係るガスタービン燃焼器は、従来のものに比べて発生する $\text{NO}_x$ の濃度が低く、かつ燃焼効率も向上しており、タービンの効率向上のためタービンに排出される燃焼ガスの温度を所定の範囲であげた場合すなわち断熱火炎温度の高い場合には、特に $\text{NO}_x$ の発生量は従来のものより極端に低くできる。

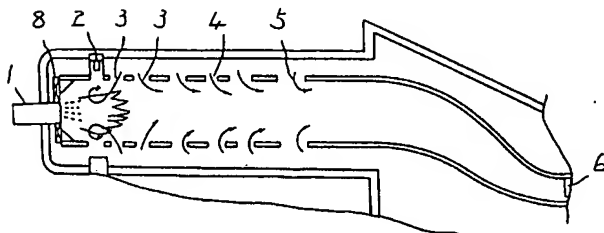
#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は通常のガスタービン燃焼器の概念断面図、第2図は従来の触媒燃焼方式のガスタービン燃焼器の概念断面図、第3図、第5図は本発明のガスタービン燃焼器の1例を示す概念断面図、第4図は本発明に係る攪拌手段の1例であるスワラーを表わした概念図、第6図は本発明に係る攪拌手段の他の1例における部分図、第7図は実施例-1において用いた模擬燃焼器を表わした模式図、第8図、第9図は実施例-1及び実施例-2において得られた特性図である。

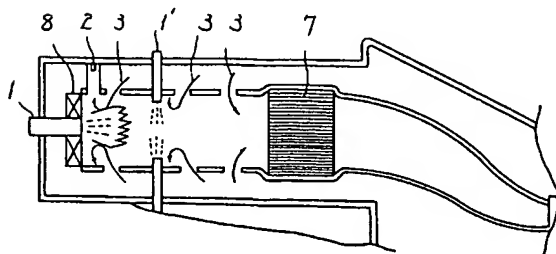
1、1'、9…燃料ノズル、2…点火プラグ、3…燃焼用空気、4…冷却空気、5…希釈空気、6…タービンノズル、7…触媒充填部、8、11…スワラー、10…補燃料ノズル、12…スワラーの羽根、13…小孔。

代理人 弁理士 則 近 藤 佑 (ほか1名)

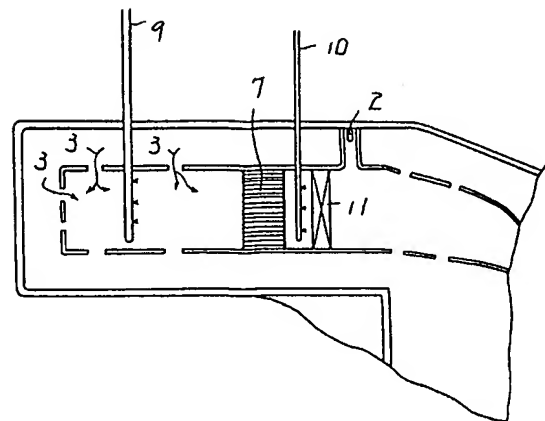
第 1 図



第 2 図



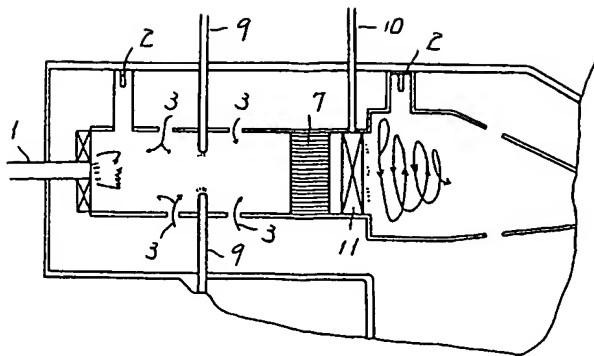
第 3 図



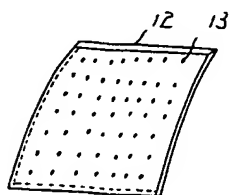
第 4 図



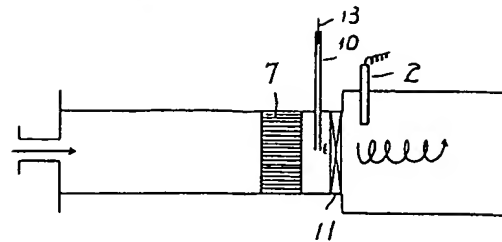
第 5 図



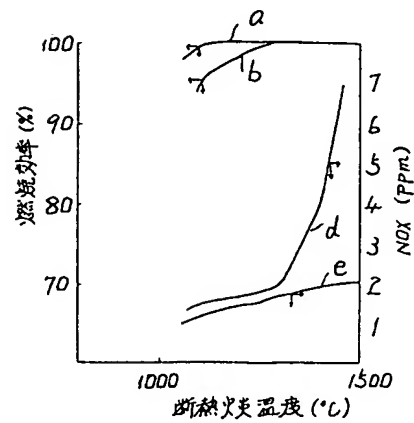
第 6 図



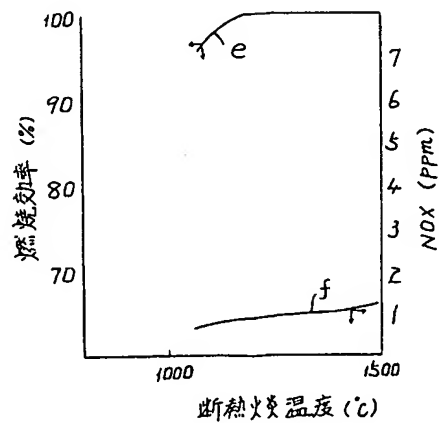
第 7 図



第 8 図



第 9 図



**PAT-NO:** JP360205128A  
**DOCUMENT-IDENTIFIER:** JP 60205128 A  
**TITLE:** COMBUSTOR FOR GAS-TURBINE

**PUBN-DATE:** October 16, 1985

**INVENTOR-INFORMATION:**

| NAME             | COUNTRY |
|------------------|---------|
| FURUYA, TOMIAKI  |         |
| YAMANAKA, CHIKAU |         |
| HAYATA, TERUNOBU |         |
| HIZUKA, JUNJI    |         |

**ASSIGNEE-INFORMATION:**

| NAME         | COUNTRY |
|--------------|---------|
| TOSHIBA CORP | N/A     |

**APPL-NO:** JP59059430  
**APPL-DATE:** March 29, 1984

**INT-CL (IPC):** F23R003/40 , F23R003/16 , F23R003/34

**US-CL-CURRENT:** 126/110C

**ABSTRACT:**

**PURPOSE:** To restrict generation of high-temperature section locally which generates NO<sub>x</sub> and promote combustion to improve combustion efficiency by a method wherein a mixing means is provided between the rear end of catalyst and a position whereat the outflow product of the catalyst generates non-catalytic thermal combustion together with supplementary fuel.

**CONSTITUTION:** Fuel from a fuel nozzle 1 is ignited by spark plugs 2 to effect precombustion and the fuel is supplied further through another fuel nozzle 9 there, the fuel becomes mixture whose temperature is increased to a temperature whereat the catalyst is acting and the mixture is supplied to a catalyst loading section. The supplementary fuel, added into the downstream area of the catalyst, is injected through a small hole 13, bored on the blade 12 of a swirler, from inside of the swirler 11 provided as the mixing means.

According to this method, the concentration of generated NO<sub>x</sub> is reduced, the combustion efficiency is improved and, especially, the generated amount of NO<sub>x</sub> may be reduced extremely as compared with prior art in case the temperature of combustion gas, discharged into the turbine in order to improve the efficiency of the turbine, is increased within a predetermined range, i.e. an adiabatic flame temperature is high.

COPYRIGHT: (C)1985,JPO&Japio